

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/002742

International filing date: 15 March 2005 (15.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 012 738.7  
Filing date: 15 March 2004 (15.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 10 2004 012 738.7

**Anmeldetag:** 15. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** dSPACE GmbH, 33100 Paderborn/DE

**Bezeichnung:** Beeinflussungsgerät für Steuergeräte

**IPC:** G 05 B 15/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. März 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag


Schmidt C.

Gesthuysen, von Rohr & Eggert

04.0317.11.sc

Essen, den 15. März 2004

**P a t e n t a n m e l d u n g**



der Firma

dSPACE GmbH  
Technologiepark 25

33100 Paderborn



mit der Bezeichnung

**"Beeinflussungsgerät für Steuergeräte"**

## Beeinflussungsgerät für Steuergeräte

Die Erfindung betrifft ein Beeinflussungsgerät zur Beeinflussung mindestens eines Steuergeräts mit mindestens einem Steuergerät-Microcontroller und mit  
5 mindestens einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle, wobei das Beeinflussungs-  
gerät zumindest eine programmierbare Einheit, wenigstens eine Datenübertra-  
gungs-Schnittstelle zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts mit einer Be-  
dieneinheit und mindestens eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle zur  
Verbindung des Beeinflussungsgeräts mit der Steuergerät-Debug-Schnittstelle  
10 des Steuergeräts umfaßt.

Beeinflussungsgeräte der oben beschriebenen Art sind aus der Praxis bekannt  
und finden vor allem in der angewandten Forschung und der industriellen  
Entwicklung überall dort ihren Einsatz, wo Steuergeräte entwickelt und zum  
15 Einsatz gebracht werden sollen.

Unter einem Steuergerät wird im folgenden jegliche Art von elektronischen  
Geräten verstanden, mit deren Hilfe technisch-physikalische Prozesse beein-  
flußt werden. Üblicherweise umfaßt ein solches Steuergerät zumindest eine  
20 Recheneinheit z. B. in Form eines Prozessors oder Microcontrollers, Speicher  
sowie Eingabe-/Ausgabeschnittstellen (I/O-Schnittstellen), um Berechnungen  
in Abhängigkeit von intern gespeicherten Parametern bzw. internen Rechen-  
größen und/oder von gemessenen – jedenfalls von extern bereitgestellten –  
Größen durchführen zu können und um gleichermaßen durch Ausgabe von  
25 elektrischen Signalen auf externe Vorgänge einwirken zu können. Steuerge-  
räte wirken damit im regelungstechnischen Sinne nicht einfach nur als Steue-  
rungen, sondern sie sind insbesondere auch dazu geeignet, komplexe Rege-  
lungsaufgaben zu lösen. Wenn im folgenden von Steuergeräten, Steuerungen  
und dem Vorgang des Steuerns die Rede ist, sind stets auch Vorrichtungen  
30 und Tätigkeiten nach der oben angegebenen allgemeineren Definition umfaßt.

Weiterhin ist im folgenden stets von verschiedenen Microcontrollern die Re-  
de. Darunter werden elektronische Rechneinheiten mit zugeordnetem elek-  
tronischen Speicher verstanden, unabhängig davon, ob der Speicher vollstän-  
35 dig oder teilweise in einem Bauteil mit der Rechneinheit realisiert ist, oder

ob Rechneinheit und zugeordneter Speicher als voneinander getrennte Bauteile vorliegen.

5 Der Einsatz von Beeinflussungsgeräten wird durch die nachfolgende Darstellung des Entwicklungsprozesses deutlich, den Steuergeräte – zumindest im Rahmen umfangreicherer Aufgabenstellungen – in der Praxis durchlaufen.

10 Am Anfang einer regelungstechnischen Aufgabenstellung steht zunächst die mathematische Modellierung und Simulation eines technisch-physikalischen Prozesses, dem ein wunschgemäßes dynamisches Verhalten aufgeprägt werden soll. Anhand des resultierenden abstrakten mathematischen Modells lassen sich verschiedene Regelungskonzepte, die ebenfalls ausschließlich als mathematische Modellvorstellung vorliegen, im Rahmen numerischer Simulationen erproben; dieser Schritt stellt die Phase der Modellierung und des  
15 Reglerentwurfes meist auf Basis computergestützter Modellierungswerkzeuge dar.

In einem zweiten Schritt wird der im mathematischen Modell entworfene Regler auf eine echtzeitfähige Simulations-Einheit übertragen, die meist sowohl in ihrer Rechenleistung wie auch hinsichtlich ihrer I/O-Fähigkeiten ein  
20 übliches Serien-Steuergerät bei weitem übertrifft und mit dem echten physikalischen Prozeß wechselwirkend in Verbindung steht. Da die Übertragung des abstrakt formulierten Reglers von einem Modellierungswerkzeug auf die Simulations-Einheit weitestgehend automatisiert erfolgt, wird in der zweiten Phase von Rapid-Control-Prototyping (RCP) oder Funktions-Prototyping ge-  
25 sprochen.

Ist das regelungstechnische Problem mit dem auf der Simulations-Einheit betriebenen Regler gelöst, wird der Regelungsalgorithmus im Rahmen der Steuergeräte-Implementierung – meist voll automatisiert – auf das letztendlich in  
30 der Praxis einzusetzende (Serien-) Steuergerät übertragen.

Das nun im realen Prozeß grundsätzlich einsetzbare Steuergerät wird vor seinem Einsatz häufig zunächst einem Test unterzogen, indem der reale Prozeß,  
35 mit dem das Steuergerät letztendlich wechselwirken soll teilweise oder vollständig durch eine echtzeitfähige Simulations-Einheit simuliert und das Steu-

ergerät durch Signal-Testmuster stimuliert wird (Hardware-in-the-Loop-Simulation). Das derart getestete Steuergerät wird letztendlich in den realen Prozeß eingesetzt und mit ihm wechselwirkend betrieben.

5 Trotz der zuvor durchgeführten umfangreichen Tests ist es meist notwendig, Abstimmungen am Steuergerät bzw. an den im Steuergerät implementierten Funktionen vorzunehmen. Dazu ist es zum einen notwendig, den Zustand des Steuergeräts, also alle vom Steuergerät ein- bzw. ausgegebenen wie auch intern verwendeten Daten per Daten-Akquisition zeitnah beobachten, aufzeichnen und analysieren zu können. Zum anderen ist es notwendig durch schreibenden Zugriff auf den Speicher des Steuergeräts die den Funktionen/Regelungsalgorithmen zu Grunde liegenden Parameter bzw. Parametersätze, also Kennzahlen, -linien oder -felder, verändern zu können. Die beschriebenen Vorgänge werden insgesamt als Steuergeräte-Applikationen bezeichnet.

10

15

Sollen nicht nur Parameter von Funktionen des Steuergeräts, also im Speicher des Steuergeräts abgelegte Daten, sondern die im Steuergerät implementierten Funktionen selbst testweise verändert werden, kommt das sogenannte Funktions-Bypassing zum Einsatz, bei dem das Steuergerät einer echtzeitfähigen Simulations-Einheit den Aufruf einer Steuergeräte-Funktion signalisiert, das Steuergerät selbst die Funktion jedoch nicht ausführt, sondern lediglich das Ergebnis der auf der Simulations-Einheit ersatzweise berechneten Funktion entgegennimmt und weiterverwendet; es findet also ein Bypass der Steuergeräte-Funktion statt.

20

25

In beiden geschilderten Szenarien – der Steuergeräte-Applikation und dem Funktions-Bypassing – ist es notwendig, einen besonderen Zugang zum Steuergerät zu schaffen, über den eine Beobachtung und aktive Beeinflussung des Steuergeräts möglich ist. Dies ist die Aufgabe von Beeinflussungsgeräten im Sinne der hier in Rede stehenden Erfindung.

30

Aus der Praxis sind im wesentlichen zwei Methoden bekannt, über die Beeinflussungsgeräte Zugang zu Steuergeräten erlangen.

Bei Nutzung einer parallelen Schnittstelle sind üblicherweise Eingriffe in die Hardware des Steuergeräts notwendig, da das Beeinflussungsgerät in diesem Fall wie ein Speicher-Emulator arbeitet und beispielsweise über einen Adapter, der an die Stelle eines Speicherbausteins des Steuergeräts tritt oder von  
5 einem extra dafür vorgesehenen Steckplatz auf der Platine des Steuergeräts aufgenommen wird und auf den Adreß- und Datenbusses des Steuergerät-Microcontrollers zugreift (dSPACE Produktkatalog 2004, S. 292-293). Das Beeinflussungsgerät selbst enthält dabei als zentrales Element einen zweiseitig zugreifbaren Speicher (Dual-Port-Memory, DPMEM) und eine Datenübertra-  
10 gungs-Schnittstelle, über die das Beeinflussungsgerät mit einer Bedieneinheit verbunden ist. Der zweiseitig zugreifbare Speicher kann nun seitens der Bedieneinheit von einem Applikateur gelesen und beschrieben werden, wobei die in den zweiseitig zugreifbaren Speicher des Beeinflussungsgeräts abgelegten Daten automatisch von dem Steuergerät-Microcontroller gelesen werden können, da sich der zweiseitig zugreifbare Speicher durch die Ankopp-  
15 lung an den Daten- und Adreßbus des Steuergerät-Microcontrollers im Adreßraum (10) des Microcontrollers befindet.

Allerdings werden in der Praxis nicht nur die beschriebenen Veränderungen an der Hardware sondern auch Modifikationen an bzw. Ergänzungen zu dem  
20 auf dem Steuergerät ablaufenden Steuergeräte-Programm vorgenommen. Dies ist beispielsweise deshalb notwendig, um auch interne, im integrierten Speicher des Steuergerät-Microcontrollers abgelegte Daten beobachtbar und veränderbar zu machen. Dazu werden zusätzliche Softwaredienste im Steuer-  
25 gerät implementiert, die interne Daten des Steuergerät-Microcontrollers in einen Speicherbereich des Microcontrollers kopieren, der innerhalb des über den externen Adreß- und Datenbus erreichbaren Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers liegt. Umgekehrt gibt es ebenfalls Softwaredienste, die Da-  
30 ten aus dem über den externen Adreß- und Datenbusses erreichbaren Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers in den internen Speicherbereich des Steuergerät-Microcontrollers kopieren.

Für das Übertragen der Daten werden deshalb im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers eine Adreßliste und eine Datenliste vorgesehen, wobei die  
35 Adreßliste jene Adressen im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers beinhaltet, deren Daten entweder gelesen und an einen Platz innerhalb der

Datenliste abgelegt werden sollen, oder wobei die Adreßliste jene Adressen im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers beinhaltet deren Inhalte mit entsprechenden Daten aus der Datenliste beschrieben werden sollen.

- 5 Das oben beschriebene Verfahren ist u. a. deshalb nachteilig, weil die Adreß- und Datenlisten sowie die Softwaredienste zusätzlichen Speicherplatz innerhalb des Steuergeräts belegen und die Ausführung der Softwaredienste Rechenleistung des Steuergerät-Microcontrollers bindet, die für die ausschließliche Ausführung der Steuerungsfunktionen des Steuergeräts nicht benötigt wird. Das Verhalten des Steuergeräts bei der Steuergeräte-Applikation kann  
10 deshalb unter Umständen kaum noch mit dem Verhalten vergleichbar sein, das das Steuergerät ohne die zusätzliche Ausführung der der Applikation dienenden Softwaredienste zeigen würde.
- 15 Eine weitere aus der Praxis bekannte Methode des Zugriffs eines Beeinflussungsgerätes auf ein Steuergerät besteht in der Nutzung von seriellen Schnittstellen (siehe z. B. dSPACE Produktkatalog 2004, S. 84-85), mit denen moderne Steuergeräte üblicherweise ausgestattet sind. Hier ist ein Eingriffe in die Hardware des Steuergeräts gegenüber der Nutzung einer parallelen Schnittstelle nicht mehr erforderlich. Allerdings muß das Steuergerät mit zusätzlichen Softwarediensten ausgestattet werden, um einen Datenaustausch über die  
20 serielle Schnittstelle z. B. mit einem Beeinflussungsgerät vornehmen zu können. Von Beeinflussungsgeräten dieser Art geht die vorliegende Erfindung aus.
- 25 Die oben beschriebenen – beim Verfahren unter Nutzung einer parallelen Schnittstelle verwendeten – Adreß- und Datenlisten wie auch die Softwaredienste zum kopieren von Daten aus den und in die Datenlisten werden auch beim seriellen Verfahren verwendet, so daß sich insgesamt eine höhere Belastung des Steuergerät-Microcontrollers wie auch ein höherer Speicheraufwand auf dem Steuergerät auf Grund der größeren Anzahl von Softwarediensten ergibt.
- 30
- 35 Moderne Steuergeräte werden zunehmend mit Microcontrollern ausgestattet, die eine Debug-Schnittstelle aufweisen, wie z. B. NEXUS (IEEE-ISTO 5001:



"The NEXUS 5001 Forum Standard for a Global Embedded Processor Debug Interface", 2003).

5 Debug-Schnittstellen bieten weitreichende Möglichkeiten der Beobachtung und Beeinflussung von Zuständen des Microcontrollers und sie ermöglichen eine Laufzeit-Beobachtung und -Kontrolle (Debugging) des Microcontrollers, insbesondere also die Verfolgung der Programmcode-Ausführung und der dabei zugegriffen und veränderten Daten. Dadurch, daß Debug-Schnittstellen integraler Teil der Microcontroller-Hardware sind, lassen sich mit ihnen deutlich  
10 schneller Zugriffe auf den Microcontroller realisieren, als es durch eine softwarebasierte Kommunikations-Schnittstelle möglich ist.

Der Anmelderin ist aus der Praxis bekannt, zur Applikation eines Steuergeräts mit einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle ein Beeinflussungsgerät zu verwenden,  
15 das zur Beeinflussung des Steuergeräts die Steuergerät-Debug-Schnittstelle nutzt, wobei jedoch weiterhin im Speicher des Steuergeräts Adreß- und Datenlisten angelegt und die oben beschriebenen Softwaredienste zum kopieren von Daten in die und aus den Datenlisten verwendet werden.

20 Durch Verwendung der im Speicher des Steuergerät-Microcontrollers lokalisierten Adreß- und Datenlisten und entsprechender Softwaredienste zum kopieren und versenden von Daten in die bzw. aus den Listen wird jedoch auch bei dieser Lösung der Steuergerät-Microcontroller erheblich belastet.

25 Der oben beschriebenen Einsatz von Softwarediensten auf dem Steuergerät führt insbesondere auch dazu, daß es praktisch kaum möglich ist, an dem Steuergerät gleichzeitig sowohl eine Steuergerät-Applikation als auch ein Funktions-Bypassing vorzunehmen, da die auf Softwarediensten basierende Datenkommunikation schnell zu einer starken Belastung des Steuergerät-  
30 Microcontrollers und damit zu unakzeptablen Antwortzeiten bei der Datenübertragung zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät führt. Aus diesem Grund sind in der Praxis auch nur Beeinflussungsgeräte bekannt, mit denen entweder die Applikation von Steuergeräten oder aber ein Funktions-Bypassing mit dem Steuergerät betrieben werden kann, nicht jedoch beides  
35 gleichzeitig.

Ein weiterer Nachteil bei Verwendung von Softwarediensten auf dem Steuergerät ist, daß die Softwaredienste zunächst auf dem Steuergerät implementiert werden müssen, was zumeist eine intensive Zusammenarbeit mit dem und damit eine enge Bindung an den Steuergerät-Hersteller notwendig macht. Dies wird in der industriellen Entwicklung immer weniger akzeptiert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Beeinflussungsgerät zur Beeinflussung eines Steuergeräts derart auszugestalten, daß das Steuergerät durch die Steuergerät-Applikation weniger belastet wird, als dies bei Nutzung bekannter Beeinflussungsgeräte der Fall ist.

Die zuvor hergeleitete und aufgezeigte Aufgabe ist erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß das Beeinflussungsgerät mindestens einen Speicher für mindestens eine Adreßliste und mindestens eine Datenliste umfaßt, wobei die in der Adreßliste gespeicherten Adressen Speicherorte im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers bezeichnen und wobei unter Nutzung der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle Daten aus den durch die Werte der Adreßliste bestimmten Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers lesbar und in der Datenliste des Beeinflussungsgeräts ablegbar sind und/oder die in der Datenliste des Beeinflussungsgeräts abgelegten Daten an den durch die Werte der Adreßliste bestimmten Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers ablegbar sind.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät kann zumindest über zwei Schnittstellen, nämlich eine Datenübertragungs-Schnittstelle und eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle Daten austauschen.

Der Datenaustausch mit dem zu beeinflussenden Steuergerät wird dabei über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle vollzogen, die im Sinne der hier in Rede stehenden Erfindung zumindest teilweise die Funktionalität realisiert, um über einen geeigneten Befehlssatz der Schnittstelle automatisch den Zustand des Steuergerät-Microcontrollers und z. T. sogar der ihm im Steuergerät zugeordneten Einheiten, wie z. B. seines externen Speichers, auslesen und aktiv beeinflussen zu können.

Steuergerät-Debug-Schnittstellen zeichnen sich also durch die oben beschriebenen Eigenschaften aus und unter dieser Bezeichnung werden hier folglich auch solche Schnittstellen verstanden, die zwar nicht in erster Linie als "Debug-Schnittstellen" vorgesehen sind und deshalb nicht explizit als solche bezeichnet werden, die jedoch die entsprechenden Beobachtungs- und Beeinflussungsmöglichkeiten bezüglich des Steuergerät-Microcontrollers und der ihm zugeordneten elektronischen Einheiten bieten.

Durch Verwendung solcher Schnittstellen ist es also bei Verwendung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts möglich, weitestgehend auf auf dem Steuergerät eingesetzte Softwaredienste zu verzichten, die die beschriebene Funktionalität der Steuergerät-Debug-Schnittstellen umsetzen.

Die Datenübertragungs-Schnittstelle dient zum Datenaustausch zwischen dem Beeinflussungsgerät und einer Bedieneinheit, die im Regelfall die von einem menschlichen Benutzer – dem Applikateur – verwendete Schnittstelle darstellt. Üblicherweise ist die Bedieneinheit ein eigenständiger Rechner, auf dem Applikations-Software betrieben wird, also Programme zur Datenerfassung, -visualisierung und -analyse sowie Programme zur benutzerfreundlichen Eingabe und Verwaltung von Parametersätzen, die auf dem Steuergerät zu erproben sind, mit dem die Bedieneinheit über das Beeinflussungsgerät verbunden ist.

Die Existenz der Datenübertragungs-Schnittstelle impliziert nicht, daß es sich bei dem erfindungsgemäßen Beeinflussungsgerät und der Bedieneinheit um zwei verschiedene, voneinander getrennte gerätetechnische Einheiten handelt. Üblicherweise werden Beeinflussungsgeräte von ihren Abmessungen her möglichst klein und von der Bedieneinheit getrennt ausgeführt; da sie beispielsweise innerhalb eines Kraftfahrzeugs montiert werden, jedoch ist durchaus vorstellbar, daß das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät und die Bedieneinheit in einer gerätetechnischen Einheit realisiert sind.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät umfaßt außerdem wenigstens eine programmierbare Einheit, die beispielsweise den internen Datenfluß von der Datenübertragungs-Schnittstelle zu der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle und umgekehrt steuert.

Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät verfügt weiterhin über einen Speicher, in dem wenigstens eine Adreßliste und wenigstens eine Datenliste abgelegt sind, also jene Listen, die bei Verwendung bekannter Beeinflussungsgeräte auf dem Steuergerät gespeichert und verwaltet werden.

Die in der Adreßliste gespeicherten Werte bezeichnen dabei Speicherorte im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers, wobei es entweder möglich ist, die an den referenzierten Speicherorten abgelegten Werte aus dem Steuergerät zu lesen und an entsprechenden Stellen in einer Datenliste des Beeinflussungsgeräts abzulegen (Datenakquisition), oder aber die in einer Datenliste des Beeinflussungsgeräts enthaltenen Werte an entsprechende Speicherorte im Steuergerät zu schreiben, die durch Werte in den Adreßlisten des Beeinflussungsgeräts vorgegeben sind (Parametrierung).

Die Datenlisten werden folglich nicht nur bei der Interaktion zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät verwendet, sondern auch beim Zusammenwirken von Beeinflussungsgerät und Bedieneinheit, denn die durch die Bedieneinheit vorgegebenen Datensätze werden in die Datenlisten geschrieben, um von dort aus weiter in das Steuergerät übertragen zu werden, genauso wie Datensätze von gemessenen Zustandsgrößen des Steuergeräts zunächst in den Datenliste abgelegt werden, um von dort aus automatisch weiter zur Bedieneinheit übertragen zu werden.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Beeinflussungsgeräts, insbesondere aufgrund der Speicherung der Adreß- und Datenliste im Speicher des Beeinflussungsgeräts, muß das mit dem Beeinflussungsgerät in Verbindung stehende Steuergerät nicht mehr durch Modifikation der Steuergeräte-Software angepaßt werden, was den Entwicklungsprozeß des Steuergeräts wesentlich vereinfacht, da die Notwendigkeit entfällt, Software-Dienste sowie Adreß- und Datenlisten in Zusammenarbeit mit dem Steuergeräte-Hersteller in das Steuergerät zu integrieren, was mit jedem sich neu ergebenden Softwarestand erforderlich ist.

Neben diesem, den Entwicklungsprozeß betreffenden Vorteil besteht ein weiterer technischer Vorteil des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts darin,

daß der Ablauf des Steuerungsprogramms auf dem Steuergerät durch den Zugriff über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle deutlich weniger beeinflusst wird, als es bei Verwendung von Software-Diensten auf dem Steuergerät der Fall ist, da diese zusätzlich von dem Steuergerät-Microcontroller ausgeführt werden müssen, wohingegen die Funktionalität von Steuergerät-Debug-Schnittstellen größtenteils rein schaltungstechnisch implementiert ist und so der parallele Betrieb der Steuergerät-Debug-Schnittstelle zum Steuergerät-Microcontroller möglich ist. Selbstverständlich sind geringfügige Beeinflussungen des Steuergerät-Microcontrollers durch die Steuergerät-Debug-Schnittstelle möglich, beispielsweise dann, wenn die Steuergerät-Debug-Schnittstelle auf eine Ressource des Steuergerät-Microcontrollers zugreift, die dieser zeitgleich verwenden möchte.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts ergibt sich insbesondere dann, wenn die programmierbare Einheit des Beeinflussungsgeräts ein programmierbarer Logikbaustein im Sinne der weiter oben gegebenen Definition ist. Wenn darüber hinaus zusätzlich die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle mit Hilfe der programmierbaren Einheit – nun also in Form eines programmierbaren Logikbausteins – realisiert ist, ergeben sich erhebliche Vorteile beispielsweise gegenüber der Implementierung der Steuergerät-Debug-Schnittstelle mit einem Microcontroller. Dies ist darin begründet, daß ein Microcontroller üblicherweise Anweisungen nur sequentiell bearbeiten kann, wohingegen programmierbare Logikbausteine mehrere Funktionen auch parallel ausführen können. Besonders bevorzugt wird bei dem erfindungsgemäßen Beeinflussungsgerät als programmierbarer Logikbaustein ein Field Programmable Gate Array (FPGA) verwendet.

Mit einem derart ausgebildeten Beeinflussungsgerät lassen sich über die Beeinflussungsgerät- und die Steuergerät-Debug-Schnittstelle Übertragungsraten erzielen, die unter Umständen um ein Vielfaches über denjenigen liegen, die mit den bekannten Softwarediensten für die Kommunikation auf einem Steuergerät erzielbar sind.

Ganz allgemein hat es sich für das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät als vorteilhaft herausgestellt, wenn auch über die beschriebene Grundfunktionalität hinausgehende Eigenschaften an einem Ort zentral durch die program-

mierbare Einheit implementiert werden. Aus diesem Grund wird bevorzugt auch der Speicher für die Adreß- und Datenlisten als Teil der programmierbaren Einheit vorgesehen, wodurch sich sehr kurze Zugriffszeiten auf die Listen ergeben, insbesondere dann, wenn häufig verwendete Funktionalitäten ebenfalls durch die programmierbare Einheit vorgenommen werden.

Ganz wesentlich betrifft dies z. B. eine Listen-Applikations-Einheit als Bestandteil der programmierbaren Einheit, die nach ihrer Aktivierung selbständig vollständige Datenlisten bzw. deren Inhalte von dem Beeinflussungsgerät in Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers ablegt, die durch die Daten in den entsprechenden Adreßlisten vorgegeben sind. Umgekehrt dient die Listen-Applikations-Einheit auch dazu, die Datenlisten des Beeinflussungsgeräts mit Daten zu beschreiben, die aus den Speicherorten im Adreßraum des Steuergerät-Microcontrollers gelesen werden, wobei die Speicherorte durch die Daten in entsprechenden Adreßlisten bestimmt sind.

Durch die beschriebene Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts wird das Steuergerät bzw. der Steuergerät-Microcontroller erheblich entlastet und es können weitaus höhere Übertragungsraten zwischen Beeinflussungsgerät und Steuergerät erzielt werden. Dies ermöglicht es letztendlich auch, weitere Funktionen auf dem Beeinflussungsgerät zu realisieren, so daß sich für den Benutzer des Beeinflussungsgeräts verschiedene Entwicklungsprozesse mit dem Steuergerät scheinbar parallel ausführen lassen.

Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Merkmal zu, auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts zusätzlich eine Bypass-Einheit vorzusehen, zusammen mit einem der Bypass-Einheit zugeordneten, zweiseitig beschreibbaren Bypass-Speicher und einer Bypass-Schnittstelle zur Verbindung der Bypass-Einheit und des Bypass-Speichers mit einer externen Simulations-Einheit. Die Funktionsweise der Bypass-Einheit und der anderen ihr zugeordneten Elemente wird weiter unten ausführlicher erläutert.

Sobald mehr als eine funktionelle Einheit auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts implementiert ist, ist die Gefahr eines Konflikts bei gleichzeitiger Ausführung der unterschiedlichen Einheiten gegeben. Durch ein

weiteres Merkmal, dem eine besondere Bedeutung zukommt, nämlich der Priorisier- und Arbitrier-Einheit, wird in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts eine Strategie zur Konfliktvermeidung bei gleichzeitiger Aktivierung unterschiedlicher Funktionseinheiten der programmierbaren Einheit umgesetzt. Durch die Priorisier- und Arbitrier-Einheit sind den verschiedenen, auf der programmierbaren Einheit vorgesehenen Einheiten – wie z. B. der Listen-Applikations-Einheit und der Bypass-Einheit – Prioritäten zuweisbar, und die Priorisier- und Arbitrier-Einheit entscheidet dann anhand der den genannten Einheiten zugeordneten Prioritäten über die Ausführungsreihenfolge der unterschiedlichen Einheiten durch deren Freischaltung. Gleichzeitig wird dann durch die Priorisier- und Arbitrier-Einheit eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät hergestellt.

Wesentlich ist also, daß durch Freischalten verschiedener Einheiten auf der programmierbaren Einheit des Beeinflussungsgeräts und gegebenenfalls durch schnelles Umschalten zwischen verschiedenen aktivierten Einheiten verschiedene Datenquellen bzw. -senken über einen einzigen gemeinsamen Datenpfad, nämlich die Datenverbindung zwischen der Steuergerät-Debug-Schnittstelle und der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle, kommunizieren können. Aufgrund der erheblichen Geschwindigkeitssteigerung können die verschiedenen Einheiten auch bei sehr anspruchsvollen Anwendungen quasi parallel betrieben werden.

Im einzelnen gibt es nun mehrere Möglichkeiten, das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät auszugestalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen sowohl auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche als auch auf die Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 die schematische Struktur eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts,

Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts und

Fig. 3            die schematische Struktur eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts.

5        Die Figuren zeigen jeweils ein Beeinflussungsgerät 1, das mit einem Steuergerät 2 verbunden ist, wobei das Steuergerät 2 zumindest einen Steuergerät-Microcontroller 3 und eine Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 umfaßt. Bei dem Steuergerät-Microcontroller 3 muß es sich nicht zwangsläufig um eine Rechnereinheit handeln, bei der Prozessor und zugeordneter Speicher in einem Bauteil realisiert sind, sondern genauso gut kann der Steuergerät-Microcontroller 3 beispielsweise aus einem Prozessor und einem separat ausgeführten Speicherbaustein bestehen.

15       Die in den Fig. 1 und 3 dargestellte Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 ist üblicherweise in einer Einheit mit dem Steuergerät-Microcontroller 3 ausgeführt (On-Chip-Debug-Port), natürlich kann jedoch das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 auch zusammen mit einem Steuergerät 2 verwendet werden, dessen Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 separat von dem Steuergerät-Microcontroller 3 ausgeführt ist.

20       Fig. 3 zeigt die Verwendung eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts 1, das eine programmierbare Einheit 5 sowie eine Datenübertragungs-Schnittstelle 6 umfaßt, über die ein bidirektionaler Datenaustausch zwischen Beeinflussungsgerät 1 und einer Bedieneinheit 7 ermöglicht wird. Die Bedieneinheit 7 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen ein Einzelplatzrechner mit einer geeigneten Software, um die von dem Steuergerät 2 stammenden und durch das Beeinflussungsgerät 1 aufgenommenen und weitergeleiteten Daten zu visualisieren und im weitesten Sinne zu analysieren. ferner wird auf der Bedieneinheit 7 aber auch Software betrieben, die der Konfiguration des Beeinflussungsgeräts 1 dient oder mit der Veränderungen von auf dem Steuergerät 2 lokalisierten Parametern festgelegt und dem Steuergerät 2 über das Beeinflussungsgerät 1 übermittelt werden können. Die Datenübertragungs-Schnittstelle 6 ist in den dargestellten Ausführungsbeispielen eine serielle Standard-Schnittstelle, insbesondere eine USB-Schnittstelle oder

35       eine Ethernet-Schnittstelle.



Darüber hinaus weist jedes der dargestellten Beeinflussungsgeräte 1 eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8 auf, die funktionsnotwendig ist, um eine Verbindung zwischen Steuergerät 2 und Beeinflussungsgerät 1 herzustellen.

5

In der den Stand der Technik beschreibenden Fig. 3 ist innerhalb des Steuergeräts 2 der Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 angedeutet, der die Adressen A0 bis An umfaßt. Unter Adressraum seien hier alle durch den Steuergerät-Microcontroller 3 zugreifbaren Adressen verstanden, also auch solche Adressen, die beispielsweise über einen externen Adressbus des Steuergerät-Microcontrollers 3 nicht zugreifbar sind. Um Daten aus dem Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 in das Beeinflussungsgerät 1 und von dort aus in die Bedieneinheit 7 zu übertragen, werden auf dem Steuergerät 2 eine Adressliste 11 sowie eine Datenliste 12 angelegt. Adressliste 11 und Datenliste 12 belegen dabei zusätzlichen Speicherplatz neben dem Speicherplatz, der von der regulär auf dem Steuergerät 2 betriebenen Steuerungssoftware belegt wird.

10

Um die Daten D1, D2 und D3 in den Adressen A10, A20 und A30 dem Beeinflussungsgerät 1 verfügbar zu machen, werden zunächst die Adressen A10, A20 und A30 in Adressliste 11 abgelegt. Die zusätzlich benötigten und mit S1, S2 und S3 angedeuteten Softwaredienste dienen nun dazu, die Originaldaten D1, D2 und D3 aus den Speicherorten A10, A20 und A30 in die Datenliste 12 zu kopieren. Diese Daten werden bei Verwendung eines bekannten Beeinflussungsgeräts 1 durch weitere, auf dem Steuergerät zu implementierende und in Fig. 3 nicht weiter dargestellte, Softwaredienste von dem Steuergerät 2 auf das Beeinflussungsgerät 1 übertragen. Fig. 3 macht deutlich, daß die Steuergeräte-Applikation bei Verwendung eines aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräts 1 das Steuergerät 2 erheblich belastet, einerseits durch den unter Umständen sehr großen Speicherbedarf auf dem Steuergerät 2 durch Speichern von Adressliste 11, Datenliste 12 und von zusätzlichen Softwarediensten, andererseits wird das Laufzeitverhalten der Steuerungsfunktionen des Steuergeräts gegebenenfalls stark beeinflusst, da die angedeutenden Softwaredienste (S1, S2, S3) zusätzlich von dem Steuergerät-Microcontroller 3 bearbeitet werden müssen.

20

25

30

35

Fig. 1 zeigt die vergleichbare Situation unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1. Im Speicher 9 des Beeinflussungsgeräts 1 sind erfindungsgemäß die Adressliste 11 und die Datenliste 12 abgelegt. Durch Übergabe der in der Adressliste 11 enthaltenen Werte an die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8 sind die Inhalte der entsprechenden Speicherorte im Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 direkt abrufbar, und sie können nachfolgend in der dazu vorgesehenen Datenliste 12 im Speicher 9 des Beeinflussungsgeräts 1 abgelegt werden. Von dort aus können die Daten genau wie bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgerät 1 über andere Schnittstellen, wie z. B. die Datenübertragungsschnittstelle 6, nach außen übertragen werden. Dem gleichen Prinzip folgend können die in der Datenliste 12 abgelegten Werte über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4 direkt in den Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 übertragen werden und zwar an die Adressen, die durch die Adressliste 11 auf dem Beeinflussungsgerät 1 benannt sind.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, entfallen bei Verwendung des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 im Falle der reinen Steuergeräte-Applikation jegliche Modifikationen im Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3. Damit wird das Laufzeitverhalten des Steuergeräts 2 nicht, oder nur unwesentlich, durch das im Rahmen der Steuergeräte-Applikationen erfolgende Auslesen oder Beschreiben von Speicher des Steuergeräts 2 beeinflusst.

Fig. 1 stellt ebenfalls dar, daß in einer bevorzugten Ausführungsform die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8 innerhalb der programmierbaren Einheit 5 realisiert wird. Insbesondere dann, wenn die programmierbare Einheit 5 ein programmierbarer Logikbaustein ist, ergeben sich aus dieser bevorzugten Anordnung erhebliche Vorteile hinsichtlich der Ausführungsgeschwindigkeit von verschiedenen Operationen auf dem Beeinflussungsgerät 1. Es ist insbesondere vorgesehen, die programmierbare Einheit 5 durch ein Field Programmable Gate Array (FPGA) zu realisieren.

Aus dem gleichen Grund wird auch der die Adressliste 11 und die Datenliste 12 beherbergende Speicher 9 in der bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 1 innerhalb derselben programmierbaren Einheit 5 vorgesehen.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Beeinflussungsgerät 1, daß eine Vielzahl zusätzlicher Komponenten und Funktionen aufweist, die in verschiedenen Funktions-Einheiten wie z. B. der Listen-Applikations-Einheit 13, der Einzelwert-Applikations-Einheit 14 oder der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15, die gemeinsam in der programmierbaren Einheit 5 realisiert sind.

Die Listen-Applikations-Einheit 13 automatisiert die Übertragung von Daten aus den Datenlisten 12 in die durch die Adressen in den Adresslisten 11 bezeichneten Stellen innerhalb des Adressraums 10 des Steuergeräts 2. Umgekehrt sorgt die Listen-Applikations-Einheit 13 auch dafür, daß komplette Parametersätze aus dem Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 abgerufen und gemeinsam in die entsprechenden Datenlisten 12 im Beeinflussungsgerät 1 übertragen werden.

Für den Fall, daß mehrere Adresslisten 11 und Datenlisten 12 innerhalb des Speichers 9 angelegt sind, ist insbesondere vorgesehen, daß die Adresslisten 11 und/oder die Datenlisten 12 mit Prioritäten versehen werden können, wobei die Prioritäten festlegen, in welcher Bearbeitungsreihenfolge die Listen-Applikations-Einheit 13 die Listen bearbeitet.

Darüber hinaus ist es in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Beeinflussungsgeräts 1 möglich, aus mehreren Adresslisten 11 und mehreren Datenlisten 12 eine Untermenge von Listen auszuwählen, die einer Bearbeitung durch die Listen-Applikations-Einheit 13 zugänglich gemacht werden sollen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, zwischen verschiedenen Applikations-Modi auszuwählen und umzuschalten.

Durch periodisches Aufrufen der Listen-Applikations-Einheit ist es somit auf einfache Weise möglich, ganze Sätze von Zustandsgrößen des Steuergeräts 2 kontinuierlich zu beobachten und auszuwerten (Daten-Akquisition).

Die Einzelwert-Applikations-Einheit 14 dient im wesentlichen dazu, einzelne Zustände bzw. Speicherinhalte aus dem Adressraum 10 des Steuergerät-Microcontrollers 3 auszulesen oder wahlweise zu beschreiben, sie eignet sich deshalb insbesondere zur manuellen und gezielten Veränderung von Steuerge-

räteparametern, oder zur stichprobenartigen Beobachtung eines interessierenden Zustandes des Steuergeräts 2.

5 In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 umfaßt die programmierbare Einheit 5 die Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15, über die es möglich ist, ein externes Gerät 16 an das Beeinflussungsgerät 1 zusätzlich anzuschließen. Bei dem externen Gerät 16 kann es sich beispielsweise um ein weiteres Beeinflussungsgerät 1 handeln, das alternativ auf das Steuergerät 2 über die Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4  
10 zugreifen können soll, oder es kann sich bei dem externen Gerät 16 beispielsweise um ein originäres Debug-Werkzeug handeln, das ebenfalls wahlweise auf das Steuergerät 2 zugreifen kann.

15 Das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 kann darüber hinaus durch eine Bypass-Einheit 17, einen Bypass-Speicher 18 und eine Bypass-Schnittstelle 19 ausgestattet sein, wobei die Bypass-Einheit 17 und die Bypass-Schnittstelle 19 vorzugsweise mit der programmierbaren Einheit 5 realisiert werden.

20 Bei dem Bypass-Speicher 18 handelt es sich um einen zweiseitig zugreifbaren Speicher, der sowohl einen Schreib-/Lese-Zugriff seitens des Steuergeräts 2 wie auch einen Schreib-/Lesezugriff seitens einer Simulations-Einheit 20 gestattet, die über die Bypass-Schnittstelle 19 mit dem Beeinflussungsgerät 1 verbunden ist.

25 Beim Funktions-Bypassing kommt es in besonderem Maße auf eine schnelle Berechnung der auf die Simulations-Einheit 20 ausgelagerten Funktionen an, genauso wie auch auf eine schnelle Datenübertragung der in der Simulations-Einheit 20 berechneten Ergebniswert in das Steuergerät 2. Aus diesem Grund ist die Bypass-Schnittstelle 19 eine serielle Schnittstelle, die höchste Daten-  
30 übertragungsraten erlaubt. In dem in Fig. 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Bypass-Schnittstelle eine LVDS-Schnittstelle.

35 Für das Funktions-Bypassing ist es auch bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 notwendig, für jede durch Bypassing zu umgehende Steuergerät-Funktion, einen Softwaredienst auf dem Steuergerät 2 zu betreiben. Aufgabe eines solchen Softwaredienstes ist es, dem Beeinflus-

5      sungsgerät 1 und dadurch mittelbar auch der Simulations-Einheit 20 zu signalisieren, daß eine extern zu berechnende Steuergeräte-Funktion aufgerufen worden ist, wodurch unmittelbar auf der Simulations-Einheit 20 eine entsprechende Ersatzfunktion berechnet wird, wobei die von der Simulations-Einheit 20 berechneten Ergebnisse auf den zweiseitig zugreifbaren Bypass-Speicher 18 abgelegt und von dort aus in das Steuergerät 2 über die programmierbare Einheit 5 zurück übertragen werden können.

10      Da in der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 nach Fig. 2 mehrere Funktions-Einheiten 13, 14, 15, 17 mit Hilfe der programmierbaren Einheit 5 implementiert sind, besteht potentiell die Gefahr eines Ressourcen-Konflikts, sofern gleichzeitig aktivierte Funktions-Einheiten 13, 14, 15, 17 auf dieselbe Ressource zugreifen, wie z. B. die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle 8.

15      Zum Zweck der Kollisionsvermeidung wird deshalb zusätzlich eine Priorisier-Arbitrier-Einheit 21 mit der programmierbaren Einheit 5 umgesetzt. Die Priorisier- und Arbitrier-Einheit 21 gestattet es, den verschiedenen Einheiten 13, 14, 15, 17 Prioritäten zuzuweisen, anhand derer die Priorisier- und Arbitrier-Einheit 21 eine Ausführungsreihenfolge durch Freischaltung der unterschiedlichen Einheiten 13, 14, 15, 17 festlegen kann. Zur Aufgabe der Priorisier- und Arbitrier-Einheit 21 gehört zudem, eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät 2 herzustellen.

25      Das Zusammentreffen mehrerer Eigenschaften des hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 (Entlastung des Steuergerät-Microcontrollers 3 durch Elimination von Softwarediensten bei der Daten-Aquisition, konsequente Nutzung der Steuergerät-Debug-Schnittstelle 4, hardwaremäßige Umsetzung der Funktions-Einheiten in der programmierbaren Einheit 5) führt dazu, daß sich unterschiedliche Funktions-Einheiten auf effektive Weise einen einzigen Zugang zum Steuergerät 2 teilen können und es führt auch dazu, daß für den Anwender des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 quasi eine gleichzeitige Benutzung des Steuergeräts 2 durch unterschiedliche Funktions-Einheiten möglich wird.

Insbesondere erlaubt das in Fig. 2 dargestellte bevorzugte Ausführungsbeispiel die gleichzeitige Durchführung einer Steuergerät-Applikation, also einer mit umfangreicher Datenübertragung verbundenen Daten-Aquisition und ein Funktions-Bypassing, was bei Verwendung von aus dem Stand der Technik bekannten Beeinflussungsgeräten 1 praktisch nicht in befriedigender Weise möglich ist, da die auf Softwarediensten basierende Datenübertragung von Steuergerät 2 zu Beeinflussungsgerät 1 weitaus zeitaufwendiger ist und zu nicht mehr akzeptablen Antwortzeiten führt.

In der Praxis hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Priorität der Bypass-Einheit 17 höher gewählt wird als die Priorität der Listen-Applikations-Einheit 13, die wiederum höher anzusiedeln ist als die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit 14, und wenn die geringste Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15 zugewiesen wird. Je nach Anwendungsfall kann es jedoch auch sinnvoll sein, der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit 15 die höchste Priorität zu geben, insbesondere dann, wenn als externes Gerät 16 auch ein Beeinflussungsgerät 1 verwendet wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in dem Beeinflussungsgerät 1 eine Koordinations-Einheit 22 vorgesehen, die über eine Koordinations-Schnittstelle 23 mit einer oder mehrerer der Einheiten 13, 14, 17 der programmierbaren Einheit 5 verbunden ist, wobei die Koordinations-Schnittstelle 23 insbesondere in die programmierbare Einheit 5 integriert ist.

Darüberhinaus ist die Koordinations-Einheit 22 in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel mit dem Bedienrechner 7 über die Datenübertragungsschnittstelle 6 und/oder mit der Simulations-Einheit 20 über die Bypass-Schnittstelle 19 und/oder auch mit dem Bypass-Speicher 18 verbunden. Damit ist die Koordinations-Einheit 22 in der Lage, von der Bedien-Einheit 7 und/oder von der Simulations-Einheit 20 stammende Daten bzw. Anweisungen an die adressierten Einheiten 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 zur weiteren Bearbeitung zu leiten und/oder die von einer Einheit 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 stammenden Daten an die Bedieneinheit 7 und/oder die Simulations-Einheit 20 zu übermitteln.

Ein weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 gestattet es, die von der Koordinations-Einheit 22 empfangenen Daten, insbesondere Daten, die an die Bedieneinheit 7 übermittelt werden, mit einem Zeitstempel zu versehen. Dies ist deshalb vorteilhaft, weil die  
5 Zeitinformation des Zeitstempels sowohl die zeitliche Einordnung z. B. gemessener Daten erlaubt, als auch beispielsweise eine zeitliche Synchronisation mehrerer in einem Netzwerk betriebener Beeinflussungsgeräte 1 ermöglicht.

Eine alternative bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Beeinflussungsgeräts 1 prägt den, die programmierbare Einheit durchlaufenden  
10 Daten bereits einen Zeitstempel auf, so daß dieser Arbeitsschritt nicht mehr von der Koordinations-Einheit 22 vorzunehmen ist. Auch bei dieser Variante lassen sich zeitliche Vorteile gegenüber der Nutzung der Koordinations-Einheit 22 erzielen.

15 Die Koordinations-Einheit 22 dient insbesondere dazu, von der Bedieneinheit 7 und/oder von der Simulations-Einheit 20 stammende Konfigurationsanweisungen zu interpretieren und das Beeinflussungsgerät 1 entsprechend zu konfigurieren. So ist es beispielsweise sogar möglich, das erfindungsgemäße Beeinflussungsgerät 1 nicht nur für einen speziellen Typ von Steuergerät-Debug-  
20 Schnittstellen einzurichten, sondern es an praktisch beliebige Schnittstellen-Standards anzupassen.

Wie in Fig. 2 dargestellt, verfügt die Koordinations-Einheit 22 vorzugsweise  
25 auch über Anschlüsse, über die externe Triggersignale 24 wie auch interne Triggersignale 25 registriert und ausgewertet werden können, weshalb es mit der Koordinations-Einheit 22 leicht möglich ist, entsprechende Einheiten 13, 14, 15, 17 der programmierbaren Einheit 5 zu aktivieren.

30 Die Koordinations-Einheit 22 wird in einer bevorzugten Ausführungsform entweder durch eine separate Recheneinheit außerhalb der programmierbaren Einheit 5 realisiert, insbesondere durch einen Microcontroller. In einer ebenfalls bevorzugten Variante des Beeinflussungsgeräts 1 wird die Koordinations-Einheit 22 dagegen durch einen programmierbaren Logikbaustein, oder  
35 als Teil der programmierbaren Einheit 5 ausgebildet.

### Patentansprüche:

1. Beeinflussungsgerät (1) zur Beeinflussung mindestens eines Steuergeräts (2) mit mindestens einem Steuergerät-Microcontroller (3) und mit mindestens einer Steuergerät-Debug-Schnittstelle (4), wobei das Beeinflussungsgerät (1) zumindest eine programmierbare Einheit (5), wenigstens eine Datenübertragungs-Schnittstelle (6) zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts (1) mit einer Bedieneinheit (7) und mindestens eine Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) zur Verbindung des Beeinflussungsgeräts (1) mit der Steuergerät-Debug-Schnittstelle (4) des Steuergeräts (2) umfaßt,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß das Beeinflussungsgerät (1) zusätzlich mindestens einen Speicher (9) für mindestens eine Adreßliste (11) und mindestens eine Datenliste (12) umfaßt, wobei die in der Adreßliste (11) gespeicherten Werte Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) bezeichnen, und wobei unter Nutzung der Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) Daten aus den durch die Werte der Adreßliste (11) bestimmten Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) lesbar und in der Datenliste (12) ablegbar sind und/oder die in der Datenliste (12) abgelegten Daten an den durch die Werte der Adreßlisten (11) bestimmten Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) ablegbar sind.

2. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) die Beeinflussungsgerät-Debug-Schnittstelle (8) umfaßt.

3. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) ein programmierbarer Logikbaustein ist, insbesondere ein Field Programmable Gate Array (FPGA).

4. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher (9) für die Adreßliste (11) und für die Datenliste (12) in der programmierbaren Einheit (5) vorgesehen ist.



5. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Listen-Applikations-Einheit (13) umfaßt, und durch Aktivierung der Listen-Applikations-Einheit (13) die Listen-Applikations-Einheit (13) entweder das Abrufen der Daten aus den in der Adreßliste (11) angegebenen Speicherorten im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) und das Ablegen der abgerufenen Daten in der Datenliste (12), oder das Schreiben der in der Datenliste (12) abgelegten Daten in die durch die Werte der Adreßliste (11) bestimmten Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) automatisch vornimmt.
6. Beeinflussungsgerät nach Anspruche 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle mehrerer Adreßlisten (11) und/oder mehrerer Datenlisten (12) durch Vergabe von Prioritäten für die Adreßlisten (11) und/oder Datenlisten (12) eine Bearbeitungsreihenfolge durch die Listen-Applikations-Einheit (13) bestimmbar ist.
7. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle mehrerer Adreßlisten (11) und/oder mehrerer Datenlisten (12) eine Untermenge von Adreßlisten (11) und/oder eine Untermenge von Datenlisten (12) bestimmbar ist, die durch die Listen-Applikations-Einheit (13) bearbeitet wird.
8. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Einzelwert-Applikations-Einheit (14) umfaßt, mit der beliebige Speicherorte im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) auslesbar sind und/oder mit der ein Wert in einem beliebigen Speicherort im Adreßraum (10) des Steuergerät-Microcontrollers (3) ablegbar ist.
9. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15) umfaßt, zum Anschluß mindestens eines externen Geräts (16) an das Beeinflussungsgerät (1).
10. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Bypass-Einheit (17) um-

5 faßt, mit einem zugeordneten zweiseitig beschreibbaren Bypass-Speicher (18), einer zugeordneten Bypass-Schnittstelle (18) zur Verbindung der Bypass-Einheit (17) und des Bypass-Speichers (18) mit einer externen Simulations-Einheit (20), wobei Daten zwischen dem Steuergerät (2) und der Simulations-Einheit (20) unter Verwendung des Bypass-Speichers (18) und der Bypass-Einheit (17) bidirektional lesend und schreibend austauschbar sind.

10 11. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) die Bypass-Schnittstelle (19) umfaßt, wobei die Bypass-Schnittstelle (19) insbesondere eine serielle Datenübertragung realisiert und vorzugsweise als LVDS-Schnittstelle ausgeführt ist.

15 12. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die programmierbare Einheit (5) eine Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) umfaßt, wobei über die Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) den verschiedenen Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) Prioritäten zuweisbar sind, und die Priorisier- und Arbitrier-Einheit (21) anhand der den Einheiten (13, 14, 15, 17) zugeordneten Prioritäten die Ausführungsreihenfolge durch Freischaltung der unterschiedlichen Einheiten (13, 14, 20 15, 17) untereinander bestimmt und eine Datenverbindung zwischen der jeweils freigeschalteten Einheit und dem Steuergerät (2) herstellt.

25 13. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Priorität der Bypass-Einheit (17) höher ist als die Priorität der Listen-Applikations-Einheit (13), und/oder daß die Priorität der Listen-Applikations-Einheit (13) höher ist als die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit (13), und/oder daß die Priorität der Einzelwert-Applikations-Einheit (14) höher ist als die Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15).

30 14. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Priorität der Werkzeug-Schnittstellen-Einheit (15) höher ist als die alle anderen Einheiten.

35 15. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Beeinflussungsgerät (1) eine Koordinations-Einheit (22) umfaßt, die mit einer oder mehrerer der Einheiten (13, 14, 17) der program-

mierbaren Einheit (5) über eine Koordinations-Schnittstelle (23) und/oder mit dem Bedienrechner (7) über die Datenübertragungs-Schnittstelle (6) und/oder mit der Simulations-Einheit (20) über die Bypass-Schnittstelle (19) und/oder mit dem Bypass-Speicher (18) verbunden ist.

5

16. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) vom Bedienrechner (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Daten bzw. Anweisungen an die adressierten Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) zur weiteren Bearbeitung leitet und/oder die von einer Einheit (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) stammenden Daten an den Bedienrechner (7) und oder die Simulations-Einheit (20) übermittelt.

10

17. Beeinflussungsgerät nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) empfangene Daten mit einem Zeitstempel versieht, insbesondere Daten, die an die Bedieneinheit (7) übermittelt werden.

15

18. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) von der Bedieneinheit (7) und/oder von der Simulations-Einheit (20) stammende Konfigurationsanweisungen interpretiert und das Beeinflussungsgerät (1) entsprechend konfiguriert.

20

19. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) externe Triggersignale (24) und/oder interne Triggersignale (25) registriert und entsprechende Einheiten (13, 14, 15, 17) der programmierbaren Einheit (5) aktiviert.

25

20. Beeinflussungsgerät nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Koordinations-Einheit (22) entweder durch eine separate Recheneinheit außerhalb der programmierbaren Einheit (5), insbesondere durch einen Microcontroller oder durch einen programmierbaren Logikbaustein realisiert ist, oder als Teil der programmierbaren Einheit (5) ausgebildet ist.

30

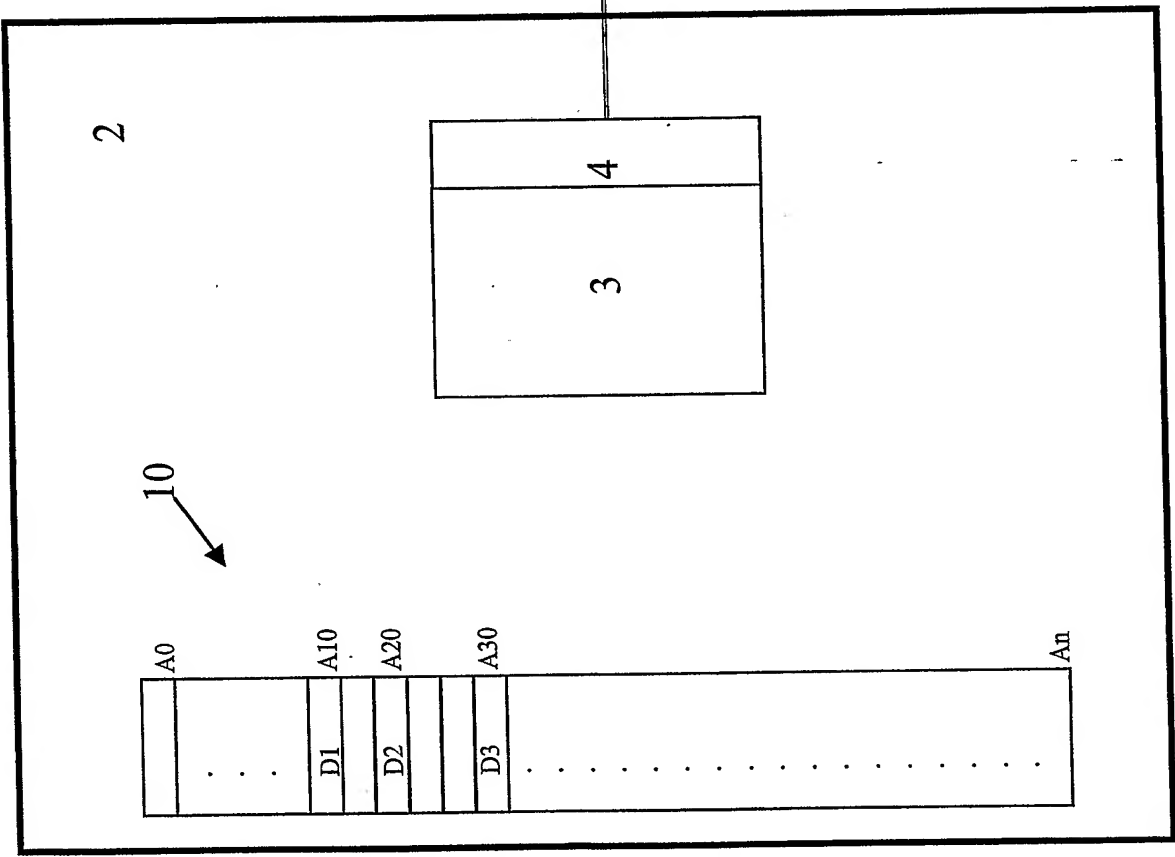
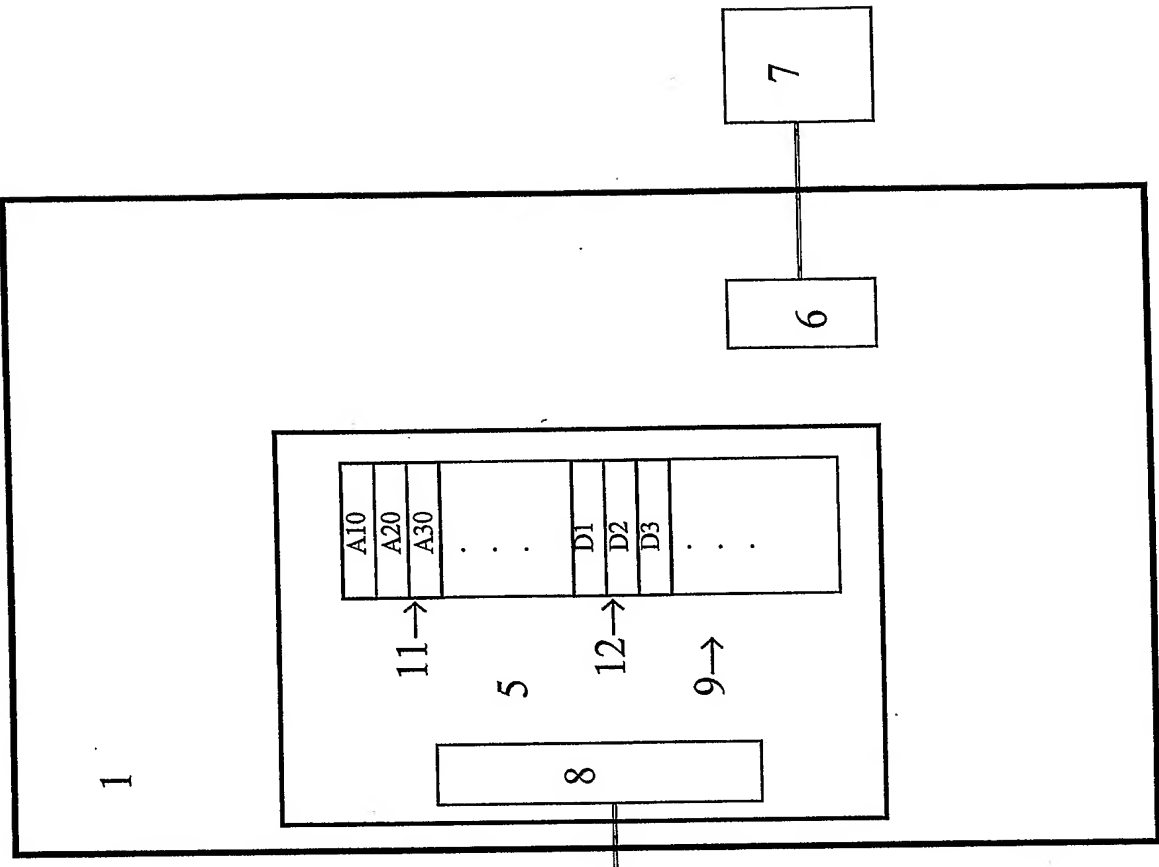
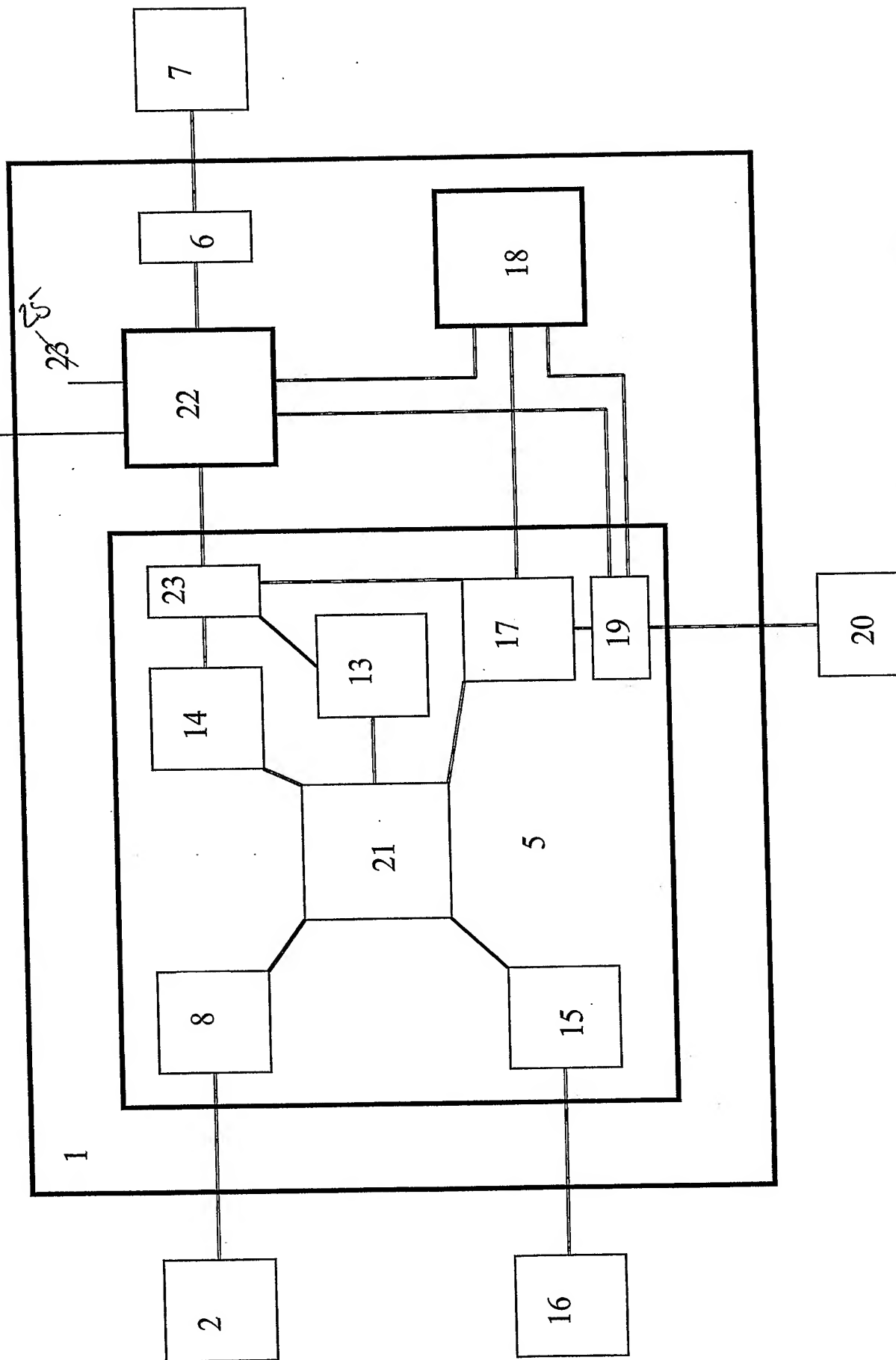


Fig. 1

Fig. 2

24



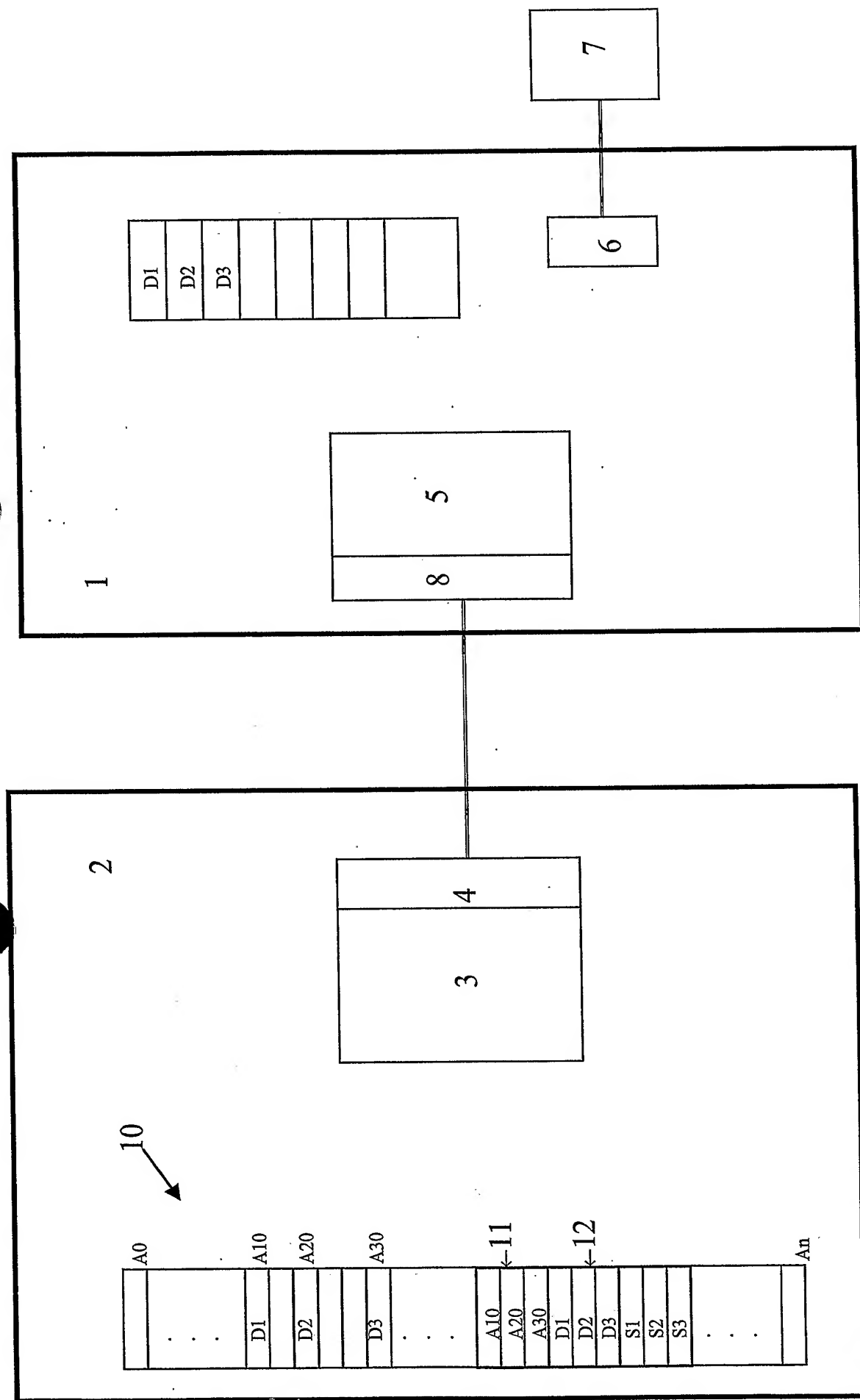


Fig. 3